COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AVRIL 1893,

PRÉSIDÉE PAR M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. le Vice-Amiral *Pâris*, décédé à Paris le samedi 8 avril, s'exprime comme il suit :

« C'est avec une profonde tristesse que je viens annoncer à l'Académie la mort de notre Confrère l'Amiral Pâris.

» L'émotion si forte que j'éprouve est certainement partagée par tous nos Confrères : l'Amiral Pâris, par son infatigable dévouement au devoir, par l'exquise bonté du cœur, par cette admirable activité qui s'est prolongée jusqu'au dernier moment de son existence, a su inspirer un respect affectueux, je dirai même une véritable vénération à tous ceux qui l'ont connu.

» Ce n'est pas le moment d'exposer, même en quelques paroles, les

faits les plus importants de cette vie si bien remplie et de rappeler les grands services que l'Amiral a rendus au pays.

» Pour témoigner nos vifs et unanimes regrets, je prie l'Académie de vouloir bien lever la séance en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Alphonse de Candolle*, son Associé étranger, décédé à Genève, le 4 avril, dans sa 87e année.

M. **Duchartre** ajoute :

« Encore sous le coup de la perte récente de Sir Owen, l'Académie a aujourd'hui à déplorer la mort d'un autre de ses éminents Associés étrangers. M. Alphonse de Candolle vient de mourir à Genève, qu'il habitait depuis longtemps, bien qu'il fût né à Paris, en 1806, et où il avait, à une date déjà éloignée, professé la Botanique pendant une vingtaine d'années. Ce savant était unanimement regardé par les botanistes comme le représentant le plus illustre de la science moderne des plantes, aux progrès de laquelle il avait puissamment contribué. Fils d'un homme dont le nom vivra toujours à côté de ceux de Linné, des Jussieu, de Robert Brown, il a égalé la gloire de son père et, dans le cours de sa longue et laborieuse existence, il a doté la Science d'un nombre considérable d'Ouvrages de la plus haute valeur, qui se rapportent à diverses branches de la Botanique. En effet, la partie descriptive de cette science lui doit, non seulement l'histoire monographique de nombreuses familles de plantes, mais encore un Ouvrage magistral sur la Phytographie ou l'art de décrire les végétaux considérés sous différents points de vue; à la Géographie botanique, il a donné un Traité en deux forts volumes, qui en est devenu comme le code et dans lequel une profonde érudition s'allie à une remarquable largeur de vues; il a posé, pour la nomenclature botanique, des lois qui ont été adoptées par un Congrès spécial de botanistes; il a écrit, à la suite d'expériences et d'observations, des travaux d'un réel intérêt dans le champ de la Physiologie, notamment sur la germination des graines sous l'influence de diverses températures; il n'a même pas négligé les applications de la Science à la culture, et il a publié un excellent Ouvrage sur l'origine des plantes cultivées; enfin, se plaçant à un point de vue élevé, il a fait pa-

raître une Histoire de la Science et des Savants depuis deux siècles, œuvre importante dans laquelle il a montré une parfaite compétence et un esprit sainement philosophique.

» M. Alphonse de Candolle avait été élu Associé étranger de l'Académie le 15 juin 1874, en remplacement d'Agassiz. »

A ces paroles, M. **Bornet** ajoute la Communication suivante :

« L'Académie vient de perdre un de ses Associés étrangers, M. Alphonse-Louis-Pierre-Pyramus de Candolle, digne héritier d'un nom illustre. Né à Paris le 18 octobre 1806, il est mort à Genève le 4 avril dernier. Après avoir commencé ses études au lycée de Montpellier en 1813, il les poursuivit et les termina à Genève en prenant le grade de docteur en droit. Son père lui fit suivre les études publiques avec toutes leurs lenteurs, en ne l'entretenant d'Histoire naturelle que le moins possible, dans la pensée qu'il faut réserver pour la fin la Science à laquelle on désire qu'un jeune homme se voue, et ne la lui laisser entreprendre que lorsqu'il a déjà exercé sa mémoire et son intelligence sur d'autres objets. M. Alph. de Candolle, en rapportant cette opinion, avouait ne pas savoir s'il devait à cette méthode d'être devenu botaniste, ou si l'exemple, l'intérêt des cours de son père, la facilité de lui demander conseil, l'usage des livres et des collections botaniques, n'ont pas été les causes principales de la direction de ses travaux.

» Une *Monographie des Campanulacées*, qui parut en 1830, fut son premier Ouvrage. L'année suivante il était nommé professeur à l'Académie de Genève, où il enseigna pendant près de vingt ans. Dans cette Monographie, et surtout dans l'*Introduction à l'étude de la Botanique*, en date de 1835, on trouve les premières manifestations de l'intérêt tout spécial que l'auteur portait aux questions de géographie botanique. Il en poursuivit la solution jusqu'à la publication de son traité de *Géographie botanique raisonnée* qui eut lieu en 1855. Le succès de ce livre, qui a été complet et n'est pas épuisé, s'explique par la méthode et la clarté avec lesquelles les faits sont exposés et discutés, par le soin égal apporté à tous les détails, par le choix judicieux des exemples les plus propres à mettre en évidence des résultats certains ou vraisemblables. La préparation d'un tel livre a exigé des études préliminaires très nombreuses et très diverses; la méthode suivie est complètement analytique; les phénomènes les moins compliqués, qui dépendent des causes de notre époque, susceptibles d'un examen direct,

sont les premiers exposés, puis on passe successivement aux phénomènes qui dépendent de plus en plus de causes obscures, nombreuses et anciennes. Ces causes primitives et antérieures à nous sont encore prépondérantes : la distribution géographique actuelle des végétaux est une conséquence de leur distribution antérieure.

» L'origine des espèces cultivées constitue un des Chapitres de la *Géographie botanique raisonnée* les plus remarquables, et par la lumière qu'il jette sur les commencements de la civilisation, et par la combinaison, insolite dans les Sciences d'observation, de méthodes botaniques, historiques et linguistiques, que l'auteur a dû employer pour reconnaître cette origine. En 1883, M. A. de Candolle reprit cette question et en fit un livre entier, tout nouveau, dans lequel il détermine l'origine de presque toutes les espèces, tantôt d'une manière certaine, tantôt avec un degré de probabilité satisfaisant.

» Sous le nom de *Systema,* continué bientôt sous le titre de *Prodromus systematis naturalis vegetabilium,* Augustin-Pyramus de Candolle entreprit, en 1818, de publier une revision totale du règne végétal selon les principes de la méthode naturelle. Très rapidement le Prodrome devint le régulateur de la botanique descriptive. Sept volumes avaient paru lorsque M. A. de Candolle dut remplacer son père dans la direction de cette œuvre immense, utile, toute de dévouement à la Science, dans laquelle il a mis quelques articles approuvés par les hommes spéciaux, et qui a surtout eu l'avantage de maintenir les vrais principes traditionnels de classification et de nomenclature dont on est trop disposé à s'écarter. Il la conduisit jusqu'au dix-septième volume, à la fin des Dicotylédones.

» Cette publication valut à son auteur une notoriété qui le fit choisir comme Président des deux Congrès internationaux de botanistes à Londres et à Paris, en 1866 et 1867. Dans la seconde de ces réunions, il fit passer un recueil des *Lois de la nomenclature botanique,* recueil motivé et coordonné qu'il avait préparé avec soin. Ce code diffère de ce qu'on avait fait en ce genre en ce que, les principes étant énoncés d'abord, les conséquences en découlent irrésistiblement et ne paraissent plus des lois arbitraires.

» Jusque dans ces dernières années, M. A. de Candolle n'a pas cessé de travailler et de publier. Consulté souvent, même par des auteurs qui n'étaient pas des commençants, sur beaucoup de points relatifs aux descriptions et à la nomenclature, il lui parut que des réponses publiées et faites avec ensemble vaudraient mieux que des lettres inédites sur des cas isolés.

De là l'origine du Volume intitulé *La Phytographie* ou l'art de décrire les végétaux considérés sous différents points de vue, qui contient une foule de conseils utiles et des renseignements d'autant plus précieux que les Ouvrages sur les groupes naturels sont destinés à tout absorber et tout résumer, et que c'est la catégorie d'Ouvrages les plus nécessaires aux autres.

» En dehors de ces travaux spéciaux, on doit à M. A. de Candolle un Volume de mélanges, réunis sous le titre d'*Histoire des Sciences et des Savants depuis deux siècles*. L'auteur s'y propose de scruter l'importance du principe darwinien de la sélection, et il le fait avec une liberté d'esprit et une indépendance scientifique absolues. Il se sert, à cet effet, d'une méthode qui n'avait pas encore été employée. Elle consiste à chercher ce que les principaux corps savants de l'Europe ont pensé des hommes qui se sont distingués depuis deux siècles; et ce n'est pas difficile, vu l'organisation même des Sociétés savantes et des Académies. Cette méthode a l'avantage de limiter les recherches à des hommes qui ont contribué spécialement et notablement à l'avancement des Sciences. Elle a fourni à l'auteur l'occasion de présenter une foule de remarques intéressantes et l'a conduit à conclure que l'histoire des savants ne paraît pas aussi favorable à l'hérédité des facultés intellectuelles que d'autres observateurs l'avaient annoncé. On rencontre des exemples d'une hérédité remarquable des facultés élémentaires de l'homme, mais nul indice d'une hérédité spéciale des facultés pour telle ou telle Science, parmi celles qui ne reposent pas sur le calcul.

» Ces travaux, qui ont placé M. A. de Candolle à un rang aussi éminent parmi les botanistes, lui ont valu la plus haute distinction dont l'Académie dispose; le 15 juin 1874, elle le nommait Associé étranger à la place de son compatriote Agassiz. Ce lui fut une grande joie qui le détermina à continuer, avec le concours de son fils, M. Casimir de Candolle, sous forme de Monographies se succédant sans ordre, le Prodrome achevé l'année précédente. Le premier Volume s'ouvre par la famille des Smilacées dont il est l'auteur.

» Ajoutons que sa maison est devenue un musée botanique, un dépôt des Archives de la Science depuis plus de quatre-vingts ans, où des documents précieux sont mis libéralement à la disposition des travailleurs; que l'homme lui-même était d'une nature élevée, d'une sûreté de relations qui appelait et fixait les amitiés, que ses connaissances générales étaient aussi variées qu'étendues et son urbanité parfaite. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'extinction des torrents et le reboisement des montagnes*. Note de M. **P. Demontzey.**

« La Note de M. Chambrelent (séance du 6 mars dernier), tout en faisant ressortir l'intérêt, capital pour le pays, que présente la question de l'extinction des torrents et du reboisement des montagnes, et l'unanimité des opinions sur l'urgence d'une rapide solution, donne à penser que, depuis dix ans, l'on serait resté stationnaire, devant l'œuvre à peine ébauchée, alors qu'on aurait pu la parachever *en dix ou quinze années au plus si l'on avait donné suite à toutes les études si consciencieusement faites par la Commission mixte nommée en* 1883 par M. de Mahy, tout en dépensant une somme inférieure à 200 millions. Mêlé depuis plus de trente ans à cette grande entreprise nationale à laquelle l'Académie n'a cessé de témoigner le plus vif intérêt, je crois devoir dissiper certains doutes, en lui présentant la situation actuelle de l'œuvre entamée sous ses auspices, et le résultat des efforts tentés pendant ces dix dernières années.

» Dès 1883, l'Administration des Forêts, exclusivement chargée, par la loi du 4 avril 1882, de la restauration des montagnes, a procédé à l'application des diverses mesures édictées, et notamment à la reconnaissance générale des terrains dégradés où les travaux devaient être déclarés d'utilité publique; cette étude a porté sur 1158 communes, d'une superficie totale de 3221000^{ha}, et a fait ressortir une étendue de 320000^{ha} appelée à être restaurée pour cause d'utilité publique. Le programme, établi par bassins de rivières torrentielles, comprend 110 grands périmètres, dont 58 pour les Alpes, 29 pour les Cévennes et 23 pour les Pyrénées.

» On compte aujourd'hui 67 périmètres établis, dont 41 en exécution et 26 soumis aux enquêtes ou au Parlement, d'une superficie de 170000^{ha}; les autres projets seront prêts à bref délai.

» Ces vastes études ont été faites par les seuls forestiers, sans le secours de documents de la Commission mixte qui, n'ayant siégé qu'une fois, le 6 juin 1883, a pu difficilement préparer les données d'un projet d'ensemble que le service du reboisement a mis deux ans à établir.

» En ce qui concerne les travaux et la durée qu'ils comportent, la question est complexe et sa solution dépend de nombreux facteurs qui s'imposent, même aux plus impatients.

» L'application de la loi, en vue de la déclaration d'utilité publique, à

elle seule entraîne de longs délais; une expérience récente l'a bien démontré. D'importants projets de périmètres ont exigé huit années pour être votés par le Parlement, soit plus de la moitié du délai maximum accordé par M. Chambrelent, alors qu'une seule année avait suffi préalablement pour la rédaction et l'enquête de ces projets. Première cause de retard.

» Le vote une fois acquis, il faut procéder à l'acquisition des terrains, souvent par voie d'expropriation. Autre cause de retard.

» Il convient ensuite de ménager les transitions vis-à-vis des populations pastorales, aux points de vue économique, administratif, ou politique. Troisième cause d'arrêt.

» Ce n'est qu'après ces retards inévitables qu'il devient possible d'entreprendre les travaux. Ici l'expérience d'un quart de siècle fournit toutes les données utiles et je pourrais citer de nombreux exemples de torrents redoutables, absolument domptés dans un assez court délai. Si l'on n'avait que les travaux de *correction* (barrages, drainages, etc.) à opérer, on pourrait, à la rigueur, adopter une période moyenne de dix à douze années; mais, pour perpétuer l'effet provisoire des travaux de *correction* et arriver à l'*extinction* du torrent, il faut créer, dans son bassin, la forêt absente, et ce n'est pas en dix ans qu'on peut y arriver; il faut au moins vingt ans, surtout aux grandes altitudes, et sur des versants instables qu'on a dû consolider préalablement.

» Si l'on ajoute à ces considérations l'impossibilité d'obtenir rapidement le vote du Parlement, la nécessité de ne pas opérer brutalement l'expropriation simultanée de plus de 200 000^{ha} de terrains et l'obligation au contraire d'échelonner cette vaste opération sur une période d'une dizaine d'années au moins, on arrive à trouver que la durée de quarante ans pour l'entier achèvement de l'œuvre n'a rien d'exagéré. Elle présente, en outre, l'avantage d'être sûre et économique, en permettant au *temps* de seconder les efforts faits pour aider la nature à reconstituer ce qu'elle avait si bien établi, et en empêchant bien des travaux qu'une trop grande précipitation aurait fait exécuter inutilement.

» Les inconvénients de cette durée peuvent être singulièrement atténués en attaquant d'abord les torrents les plus redoutables, dont l'extinction exigera le plus long espace de temps. C'est ainsi que l'on a opéré dans les Alpes sur bon nombre de torrents dont l'extinction a exigé une durée moyenne de vingt ans pour les travaux. Les ingénieurs ont pu, grâce aux résultats obtenus par les forestiers et reconnus par le Conseil

général des Ponts et Chaussées, établir des routes définitives sur les cônes de déjection et des ponts sur les *ruisseaux* substitués aux *torrents.* Dans les Pyrénées, la sécurité a été rendue à la station thermale de Cauterets, par des travaux hautement appréciés par de nombreux ingénieurs. Dans les trois régions montagneuses, plus de 12 000^{ha} de forêts ont été ajoutés aux reboisements antérieurs. Tous ces travaux ont été visités par une série de forestiers et d'ingénieurs étrangers, qui ont publié avec éloge les premiers résultats de cette œuvre essentiellement française.

» Quant aux torrents cités par M. Chambrelent, j'ajouterai que :

» Le torrent de Vaudaine est complètement éteint aujourd'hui. Les ingénieurs ont toute faculté d'établir définitivement la route et le pont sur son cône. Les ravins de la rive droite de l'Isère, en amont de Grenoble, sont en voie d'extinction, par le fait des travaux forestiers.

» Dans la Savoie, les torrents les plus menaçants pour la route nationale et le chemin de fer du Rhône au Mont-Cenis sont, ou éteints, ou en voie de correction imminente, ainsi qu'ont pu le constater, en 1891, le directeur et les ingénieurs de Paris-Lyon-Méditerranée.

» Tous ces travaux ont été exécutés sur les seules ressources budgétaires de l'Administration des Forêts, qui n'a reçu aucun contingent de la part des Travaux publics ou d'ailleurs.

» Quant à la Garonne, son bassin supérieur est en Espagne et ne présente dans la partie française que 1600^{ha} de terrains dégradés. On en trouve 8400^{ha} dans le bassin de l'Ariège, soit 10 000^{ha} dont la restauration coûtera de 5 à 6 millions, au lieu des 100 millions invoqués.

» Enfin, à la séance du 8 août 1892, j'ai suffisamment démontré que la catastrophe de Saint-Gervais ne pouvait être prévue, et qu'aucune défense n'aurait pu l'atténuer dans la partie inférieure du Bionnassay, qui n'était qu'un simple ruisseau très régulier, bordé de prairies et de superbes forêts.

» Il serait difficile de prouver que les travaux restant à exécuter entraîneront une dépense inférieure à 200 millions. Ce chiffre a été établi d'après les données expérimentales actuelles, en admettant la durée de 40 ans. Il ne pourrait qu'être augmenté par une durée plus courte, car souvent les premiers travaux fournissent des appoints importants aux travaux ultérieurs, surtout en éléments ligneux, pour piquets, clayonnages, etc., qu'il faudrait acheter et transporter à grands frais, alors qu'avec un peu plus de patience on les obtient sur place et gratuitement. Il en serait de même des travaux de maçonnerie étagés, qu'il faudrait doter de plus pro-

fondes fondations et multiplier davantage si l'on n'avait la patience d'attendre les effets utiles des premiers ouvrages établis.

» Les considérations qui précèdent s'appliquent aux travaux d'utilité publique prescrits par la loi et restreints à une surface de 320000^{ha} environ.

» Il ne s'agit ici que de l'extinction des torrents, du combat contre l'affouillement, par divers moyens provisoires qui ont pour but final le reboisement intégral des bassins de réception et des berges du lit définitif du ruisseau succédant au torrent.

» Telle est la part de l'État dans la grande œuvre entreprise; la loi ne lui a pas imparti l'obligation de reboiser les versants simplement dénudés, qui occuperaient, croit-on, une étendue de $900\,000^{ha}$ environ. Elle a laissé aux propriétaires intéressés le soin de conserver et d'améliorer leurs terrains, par la création de la forêt constituant une vraie mise en valeur, tout en les admettant à de larges subventions de l'État. C'est par l'initiative des particuliers et des communes, admis à se constituer en syndicats, que doit être opéré, sur les terrains dénudés mais non encore dégradés, le reboisement qui fournira, au point de vue de la défense contre les inondations, le complément indispensable des grands travaux entrepris par l'État pour cause d'utilité publique. Il reste à désirer que le temps soit proche où cette initiative, réunissant dans un esprit de solidarité tous les intéressés d'un même bassin sujet aux inondations, fera naître de sérieux efforts individuels ou collectifs, que l'État, qui ne peut tout faire, secondera par des subventions amplement justifiées. C'est à ce prix seul qu'on pourra terminer rapidement la lutte contre les inondations qui désolent périodiquement les vallées du midi de la France. »

CORRESPONDANCE.

Sir **Henry E. Roscoe**, nommé Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la déperdition de l'électricité à la lumière diffuse et à l'obscurité.* Note de M. **Édouard Branly**.

« Mes expériences antérieures sur la déperdition de l'électricité, publiées en partie dans les *Comptes rendus*, m'ayant conduit à penser que la

conductibilité des gaz et, en particulier, de l'air atmosphérique, dépend moins de leur nature propre que des surfaces conductrices entre lesquelles ils sont interposés, j'ai cherché de nouvelles preuves.

» Parmi de nombreux essais, dont l'interprétation est encore incertaine, je vais appeler l'attention sur deux faits précis qui me paraissent spécialement intéressants.

» Les observations ont été faites avec un électroscope à feuille d'or, dont le manchon isolant est vissé dans une platine de machine pneumatique. Sur cette platine, on place à volonté des cloches de verre ou des boîtes conductrices. La feuille d'or est enfermée dans une cage entièrement métallique. Pour la construction de mes électroscopes, l'isolant auquel je me suis arrêté est le soufre en canons, substance dont le travail est aisé et qui joint, à des qualités isolantes exceptionnelles, l'avantage de se conserver inaltérée sans exiger aucune précaution contre les influences atmosphériques.

» Pour la charge constante des appareils de mesure, j'emploie des piles à deux liquides (platine, sulfate de protoxyde de mercure; zinc, sulfate de zinc) que j'ai décrites ailleurs [1]. Les éléments sont répartis en groupes de 25, la plupart des groupes sont en service depuis plusieurs années.

» *Déperdition négative par l'aluminium à la lumière diffuse.* — Un disque d'aluminium, de 15^{cm} de diamètre, est posé sur le bouton de l'électroscope, dans une salle bien éclairée et chargé avec le pôle négatif d'une pile de 300 éléments. Un disque d'un beau poli, s'il a été poli depuis plusieurs jours, se comporte comme un métal quelconque, poli ou non. Il accuse une déperdition spéciale, sensiblement égale pour les deux électricités, très lente et indépendante de la lumière; mais, si le disque d'aluminium a été vivement et fraîchement poli (poli au tour avec du papier d'émeri fin et une goutte d'essence de térébenthine), la chute de la feuille d'or devient rapide, même à la lumière diffuse. La déviation totale de la feuille d'or étant de 80 divisions au micromètre du microscope viseur, la chute peut atteindre la moitié de l'écart en 30 secondes, c'est-à-dire 40 et même 45 divisions sur 80. La décharge de l'électroscope est bientôt complète. La lumière active est ici la lumière qui a traversé les vitres de la salle d'expériences. Une cage de verre et même une cage de verre jaune orangé posée sur la platine peut recouvrir le disque sans que la décharge cesse

---

(1) *Lumière électrique*, 16 mai 1891.

d'avoir lieu, elle n'est que ralentie. Il résulte de là que les rayons très réfrangibles ne sont pas les seuls rayons actifs. La déperdition décroît à mesure qu'on s'éloigne du moment où le poli a été effectué.

» Voici quelques nombres se rapportant à deux essais consécutifs; la chute de la feuille d'or observée immédiatement après la charge est exprimée en divisions du micromètre (déviation totale 80).

Disque d'aluminium fraîchement poli.	Chute en 60 secondes.
Sous la cage en verre jaune	4
A l'air libre	25
Sous la cage en verre jaune	3
A l'air libre	21
A l'air libre (après 35 minutes)	9

» Le même disque est ensuite repoli à neuf, avec le même soin que précédemment; sa sensibilité augmente; en général, elle croît jusqu'à une certaine limite, à partir de laquelle de nouveaux polis n'ajoutent rien.

	Chute en 30 secondes.
Disque à l'air libre	27
Sous le verre jaune	3
A l'air libre (après 35 minutes sous le verre jaune)	8

» Si l'on recouvre le disque d'un treillage métallique à mailles serrées, on observe encore une déperdition très nette due à la lumière qui a traversé les mailles.

» Du zinc, parfaitement poli, a donné à la lumière diffuse une déperdition qui a atteint 15 divisions du micromètre en trente secondes (l'aluminium dépassant 45).

» Le disque d'aluminium fraîchement poli, exposé à la lumière bleue du ciel, par une fenêtre ouverte, à l'abri des rayons solaires directs, laissa perdre toute la charge de l'électroscope en sept secondes; au disque de zinc il fallut vingt secondes et soixante-quinze à un disque de cadmium. La décharge était évidemment plus rapide, sous l'action directe des rayons solaires. Elle a lieu aussi par la lumière des nuages.

» Lorsque, devant la boule d'un électroscope chargé *positivement,* on place un disque d'aluminium relié au sol, fraîchement poli et éclairé par la lumière du jour, l'électroscope se décharge rapidement. Le cuivre rouge, l'étain, le laiton donnaient des pertes insignifiantes.

» *Déperdition des deux électricités par le bismuth à l'obscurité.* — Comme

je l'ai déjà indiqué plus haut, les métaux, polis ou non, présentent, dans l'obscurité, à l'air libre, une petite déperdition indépendante de la lumière, accusée, avec l'électroscope précédent, par une chute de 1 à 2 divisions en dix ou quinze minutes. Si l'on recouvre les disques d'une boîte métallique, la déperdition est presque nulle dans le même intervalle de temps. Le bismuth seul fait exception. Recouvert d'une boîte métallique, un disque de bismuth de 15^{cm} de diamètre, chargé positivement ou négativement, indiquait une perte qui était constamment de 12 divisions du micromètre en dix minutes, dans l'air sec ou dans l'air humide, quels que fussent l'âge et le degré du poli. Le bismuth est le seul métal avec lequel j'ai constaté cette notable déperdition dans l'obscurité. Je dois ajouter que sur 5 disques de bismuth dont je dispose actuellement, 2 seulement offrent ce phénomène. Toutefois, quelles que soient les recherches à faire pour connaître la cause de cette particularité, l'existence d'une influence spéciale de la nature de la surface sur la déperdition de l'électricité, même dans l'obscurité, est démontrée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Machines dynamo-électriques à excitation composée.* Note de M. **Paul Hoho**, présentée par M. Lippmann.

« Étant donnée une machine dynamo-électrique, il est possible de déterminer, par le calcul ou par l'expérimentation, la quantité de spires-ampères devant exciter son champ magnétique, pour qu'elle produise *à une vitesse donnée* une force électromotrice *donnée*. En déterminant ces spires-ampères *pour plusieurs vitesses,* on pourra donc exprimer par une formule mathématique, ou graphiquement par une courbe, *la loi* suivant laquelle l'excitation magnétique doit varier, *en fonction de la vitesse,* pour faire engendrer par la dynamo une force électromotrice qui reste *constante* lorsque la vitesse varie ou qui *varie suivant une loi quelconque donnée*. La dynamo doit évidemment être telle que l'excitation maxima à opérer ne sature pas son champ magnétique.

» Soit $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$, diverses *vitesses* arbitraires, et $(NI)_\alpha, (NI)_\beta, \ldots, (NI)_\lambda$, les *spires-ampères d'excitation* respectivement nécessaires pour que la dynamo crée, à chacune de ces vitesses, une force électromotrice *donnée,* par exemple une force électromotrice déterminée et constante.

» Les inducteurs de la dynamo sont enroulés de m circuits d'excitation, dont soient : les résistances respectivement : $r_1, r_2, \ldots, r_m$; les nombres de spires étant $n_1, n_2, \ldots, n_m$.

» Ces m circuits sont alimentés par m sources d'électricité données quelconques, dont soient les forces électromotrices respectivement :

A la vitesse α	$(e_1)_\alpha$,	$(e_2)_\alpha$,	...,	$(e_m)_\alpha$
» β	$(e_1)_\beta$,	$(e_2)_\beta$,	...,	$(e_m)_\beta$
»	.....	....	....	.....
» λ	$(e_1)_\lambda$,	$(e_2)_\lambda$,	...,	$(e_m)_\lambda$

» Afin d'obtenir sur les inducteurs les excitations magnétiques désirées, il faut satisfaire aux équations suivantes :

$$(\mathrm{NI})_\alpha = \frac{n_1}{r_1}(e_1)_\alpha + \frac{n_2}{r_2}(e_2)_\alpha + \cdots + \frac{n_m}{r_m}(e_m)_\alpha,$$

$$(\mathrm{NI})_\beta = \frac{n_1}{r_1}(e_1)_\beta + \frac{n_2}{r_2}(e_2)_\beta + \cdots + \frac{n_m}{r_m}(e_m)_\beta,$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots,$$

$$(\mathrm{NI})_\lambda = \frac{n_1}{r_1}(e_1)_\lambda + \frac{n_2}{r_2}(e_2)_\lambda + \cdots + \frac{n_m}{r_m}(e_m)_\lambda.$$

» Dans ces équations, les inconnues sont les rapports

$$\frac{n_1}{r_1}, \frac{n_2}{r_2}, \ldots, \frac{n_m}{r_m} = \frac{\text{nombre de spires}}{\text{résistance}}$$

des circuits d'excitation.

» On observe qu'il est possible d'établir ainsi m équations, c'est-à-dire de satisfaire à m conditions au moyen des m circuits excitateurs prévus, pourvu que les différentes équations établies soient distinctes. Il en résulte que, si l'on excite une dynamo au moyen de deux ou de plusieurs circuits, alimentés par des sources d'électricité *quelconques*, on peut réaliser sur cette dynamo les excitations *désirées* pour *autant de vitesses arbitraires* qu'il y a de courants d'excitation; il faut seulement que ces courants, qui peuvent provenir de *sources quelconques*, varient suivant des *fonctions différentes de la vitesse*. Comme conséquence, les circuits d'excitation peuvent donc être calculés de telle façon que la dynamo crée *une force électromotrice donnée pour chacune des vitesses données;* elle pourra, par exemple, créer une *force électromotrice qui reste constante et indépendante de ces vitesses*.

» En résumé, le résultat acquis *en principe* est le suivant : Si l'on construit la courbe qui exprime comment doit varier l'excitation magnétique à opérer sur les inducteurs d'une machine dynamo-électrique en fonction de la vitesse, afin que la force électromotrice conserve une valeur *constante*

ou soit variable suivant une loi *donnée*, il est possible de réaliser une excitation telle que, exprimée aussi par une courbe, celle-ci coupe la première *en autant de points qu'on le désire*. Entre ces points d'intersection, les deux courbes sont très voisines.

» Cette propriété, que nous avons mise en évidence, des machines dynamo-électriques à excitation composée, donne la solution directe à une question pratique de haute importance, celle de *produire des courants électriques qui ne subissent pas l'influence des variations de vitesse*, entre certaines limites, lorsque les dynamos sont actionnées par des moteurs de vitesse irrégulière. On se bornera à cet effet à une excitation *double*, produite au moyen de deux circuits excitateurs distincts, qui sont alimentés soit par deux petites dynamos excitatrices, soit par la machine elle-même et une petite dynamo excitatrice, soit par toutes autres sources d'électricité.

» Les expériences que nous avons faites à ce sujet ont complètement ratifié les conclusions ci-dessus émises, et nous construisons actuellement des dynamos aménagées de la sorte pour l'industrie. »

OPTIQUE. — *Sur la dispersion anomale*. Note de M. **Salvator Bloch**, présentée par M. Lippmann.

« Une difficulté, signalée dès les premiers travaux sur la dispersion anomale, c'est que la dispersion normale du dissolvant masque les anomalies dues au colorant. Pour accentuer ces anomalies, j'emploie, au lieu de dissolutions liquides, de véritables *dissolutions solides*, constituées par des pellicules de collodion coloré. Ces lamelles peuvent être obtenues homogènes et d'une épaisseur uniforme, sur une surface de 3^{cm} à 4^{cm} carrés, ce qui est suffisant pour la plupart des mesures optiques.

» La dispersion est mesurée avec le réfractomètre Jamin : la pellicule déposée sur glace est coupée de manière que la moitié de l'un des faisceaux la traverse, l'autre faisceau frappant une portion complètement dénudée de la glace. Le réfractomètre est réglé de manière à donner des franges verticales, localisées sans fente entre les parallélépipèdes en une région où l'on place la pellicule, de sorte qu'en projetant sur la fente d'un spectroscope, la pellicule est au point en même temps que les franges; on a ainsi, dans le spectre, deux systèmes de franges superposés, séparés par une ligne très nette. Dans ces conditions, le fait d'une disper-

sion anomale saute aux yeux : avec la fuchsine, l'écart entre les deux systèmes de franges croît du rouge à l'orangé, puis décroît, est minimum vers la raie F, pour croître de nouveau rapidement dans le violet.

» Si δ est le déplacement d'une frange en passant d'un système à l'autre, l la largeur d'une frange en une région du spectre de longueur d'onde λ, ε l'épaisseur de la pellicule, n son indice, on peut, quand les franges sont assez serrées, écrire

$$\varepsilon(n-1)=\frac{\delta}{l}\lambda;$$

δ et l sont mesurés avec un micromètre oculaire.

» Voici, comme exemple, des résultats obtenus avec une pellicule moyennement teintée dont l'épaisseur est de $550^{\mu\mu}$:

n.	λ.
1,52	702
1,56	668
1,62	620
1,60	585
1,53	563
1,46	518
1,37	480

» L'indice croît ensuite, les mesures sont incertaines dans la région violette, mais comme les deux systèmes de franges se raccordent vers la raie H, l'indice doit avoir là une valeur d'environ 1,7.

» Avec les solutions alcooliques de fuchsine, les anomalies de dispersion portent sur la troisième décimale de l'indice, elles atteignent, ici, la première et cette exagération du phénomène se comprend si l'on remarque que j'opère sur des solutions incomparablement plus concentrées. Pour préparer une de ces pellicules, je verse sur une glace une couche liquide de l'ordre du millimètre, par l'évaporation elle se réduit à une épaisseur plus de mille fois moindre et la concentration s'exagère dans la même proportion.

» Malgré cette énorme concentration, à cause de la minceur de la couche traversée, les franges restent nettes dans toute l'étendue du spectre; les mesures peuvent se faire même sur les bandes d'absorption.

» La méthode de mesure que j'ai employée ne donne de résultats exacts que si le déplacement des franges est dû uniquement à la différence d'indice entre l'air et la pellicule colorée, c'est-à-dire s'il ne se produit pas de changement de phase à l'entrée et à la sortie. On est fixé sur ce point par

les résultats des mesures d'épaisseur faites par une méthode que j'ai indiquée dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXI). Quand les pellicules ne sont pas chargées de colorant au point de présenter l'aspect métallique, on obtient pour l'épaisseur la même valeur quelle que soit la radiation utilisée dans la mesure, que ce soit le rouge, couleur pour laquelle la fuchsine se comporte comme un corps vitreux ou le vert qu'elle absorbe énergiquement. Il n'y a donc pas sous l'incidence normale de changement de phase par réflexion, il ne doit pas y avoir non plus de changement de phase par réfraction.

» Ce résultat est en accord avec ceux indiqués dans une Note récente par M. Brillouin (*Comptes rendus*, t. CXV).

» Avec des pellicules métalliques, on ne peut envisager pour mesurer l'indice que les franges du rouge et du violet, l'indice au voisinage de G est alors très petit; quelle que soit l'épaisseur de la pellicule les franges paraissent se raccorder dans cette région du spectre. »

PHYSIQUE. — *Conditions générales que doivent remplir les instruments enregistreurs ou indicateurs; problème de la synchronisation intégrale.* Note de M. **A. Blondel**, présentée par M. Cornu.

« Tous les appareils dont il s'agit comprennent essentiellement un organe mobile (aiguille, crayon, membrane, miroir), susceptible d'un déplacement rectiligne ou circulaire, et soumis aux actions simultanées : 1° d'une force F proportionnelle à la quantité physique à mesurer; 2° d'une force antagoniste $C\theta$, sensiblement proportionnelle à l'écart θ; 3° de l'inertie K de la partie mobile, et 4° d'une force d'amortissement $A\frac{d\theta}{dt}$, que je suppose proportionnelle à la vitesse.

» Le desideratum est que le mouvement périodique de la partie mobile suive une loi aussi voisine que possible de celle du phénomène observé, de façon qu'à chaque instant θ diffère aussi peu que possible de la valeur $\frac{F}{C}$ qu'il aurait sans les effets parasites. Ce problème de *synchronisation intégrale* est, comme on le voit, tout à fait analogue à celui de la *synchronisation simple*, que M. Cornu a traité d'une façon si lumineuse [1], et qui me servira de point de départ.

---

[1] *Comptes rendus*, 31 mai 1887.

» Je désignerai par $\Theta = 2\pi\sqrt{\frac{K}{C}}$ la période d'oscillation propre de l'instrument non amorti, et par $\alpha = \frac{A}{\sqrt{2KC}}$ le degré d'amortissement (d'après la définition de M. Curie).

» L'équation différentielle du mouvement

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2} + A\frac{d\theta}{dt} + C\theta = F \tag{1}$$

admet une intégrale particulière correspondant au second membre F, que je désignerai provisoirement par $\theta_1 = \frac{\Phi}{C}$.

» L'intégrale complète s'obtient en ajoutant à cette solution l'intégrale générale comprenant les termes exponentiels connus.

» Ceux-ci tendent vers zéro quand t croît indéfiniment, pourvu que l'amortissement ne soit pas nul : M. Cornu en a déduit la condition nécessaire et suffisante pour la synchronisation simple : $A > 0$.

» La synchronisation intégrale exige des conditions plus étroites.

» 1° Les phénomènes enregistrés présentent toujours des petits à coups inévitables ou des discontinuités. Dans les deux cas, si l'on intègre à partir du moment d'un de ces effets perturbateurs, on voit aisément que les conditions initiales n'annulent pas les termes de l'intégrale générale, comme cela a lieu en tout point où le phénomène est continu. Il en résulte, si le degré d'amortissement α est petit, des rides festonnant presque sans interruption les courbes, comme le montre par exemple celle de la *fig.* 1, relevée à l'aide d'un oscillographe [1] amorti par l'air seul [2].

Fig. 1.



(Réduction au quart de la vraie grandeur.)

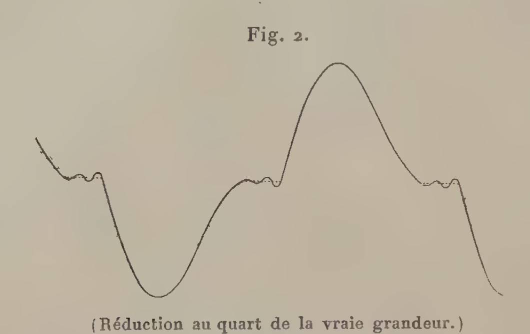
Courbe relevée à l'aide d'un indicateur (oscillographe) très peu amorti.
Intensité du courant dans un arc électrique alterné ordinaire.

(1) *Comptes rendus*, 6 mars 1893, p. 502.

(2) On constate facilement le phénomène des rides avec l'oscillographe avant

Si l'on donne à α une valeur plus grande mais inférieure à l'unité, les rides s'éteignent rapidement; mais chaque discontinuité de la fonction étudiée fait réapparaître quelques oscillations, comme le montre la *fig*. 2. Le meilleur degré d'amortissement dans ce dernier cas, c'est-à-dire dans la plu-

Fig. 2.



(Réduction au quart de la vraie grandeur.)

Courbe relevée à l'aide d'un indicateur (oscillographe), amorti à un degré un peu inférieur à la valeur critique. Intensité du courant dans un arc alterné sifflant au collage. Le trait pointillé indique la courbe vraie.

part des applications pratiques (en particulier pour les indicateurs de machine à vapeur, les oscillographes et les membranes de téléphone) est donc l'apériodicité critique $\alpha = 1$; car c'est cette valeur qui rend le plus rapidement négligeables les termes exponentiels.

» 2° Supposons ceux-ci élimininés; il faut encore que la solution particulière $\theta_1 = \frac{\Phi}{c}$ diffère le moins possible de $\frac{F}{C}$, c'est-à-dire que A et K soient le plus petits possible.

» Supposons F périodique et développable par la série de Fourier [1], par exemple :

$$(2) \qquad F = B_0 + B_1 \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \beta\right) + \ldots + B_n \sin 2\pi\left(\frac{nt}{T} - \beta_n\right) + \ldots.$$

» On obtient comme terme général de rang n, dans la série Φ correspondante, en

---

d'avoir obtenu la courbe photographique, en regardant la bande lumineuse projetée par le miroir de l'instrument sur la fente du tambour tournant; cette bande est alors non plus continue mais cannelée.

» [1] Il est à remarquer qu'un phénomène discontinu, tel que celui de la *fig*. 2 (tracé pointillé), peut bien être représenté analytiquement par une série de Fourier, mais que celle-ci ne peut donner explicitement la solution physique du problème; en effet, la solution particulière correspondante Θ_1 ne fournit aucune indication sur la réapparition périodique des termes exponentiels.

désignant le rapport $\frac{\Theta}{T}$ par λ,

$$(3) \qquad \Phi_n = \frac{B_n \sin\left[2\pi\left(\frac{nt}{T} - \beta_n\right) - \text{arc tang}\left(\frac{2n\lambda\alpha}{1 - n^2\lambda^2}\right)\right]}{\sqrt{(1 - n^2\lambda^2)^2 + (2n\lambda\alpha)^2}}.$$

» On voit par cette expression que : 1° Les retards de phase subis par les divers harmoniques vont en croissant depuis la valeur $\frac{2\alpha}{1-\lambda^2}$, pour $n = 1$, jusqu'à $\frac{T}{2}$, pour $n = \infty$, en passant par la valeur $\frac{T}{4}$, pour $n = \frac{1}{\lambda}$; et ils sont d'autant plus grands que α est plus fort; l'amortissement doit donc être aussi faible que possible, eu égard aux autres conditions du problème.

» 2° Les harmoniques supérieurs $\left(n > \frac{1}{\lambda}\right)$ sont affaiblis dans une proportion croissante avec n, tandis que les premiers $\left(n < \frac{1}{\lambda}\right)$ subissent un renforcement variable, maximum pour $n = \frac{\sqrt{1 - 2\alpha^2}}{\lambda}$ et d'autant plus fort que α est plus petit $\left(\text{si } \alpha = 0\right.$ l'instrument devient un résonateur parfait pour $\left.n = \frac{1}{\lambda}\right)$.

» Il est nécessaire pour éviter les phénomènes de résonance qu'il y ait un amortissement ($\alpha > 0$); de plus, pour qu'aucun harmonique supérieur au premier ne soit renforcé, il faut et il suffit que λ soit > 1, ou que α soit $> \frac{\sqrt{1 - \lambda^2}}{2}$.

» Si l'on substitue dans l'expression de Φ_n cette valeur α, on voit que les déformations subies par l'harmonique de rang n ne dépendent plus que du produit $n\lambda$ (au moins à partir d'un certain rang). Il en est de même si l'on choisit la valeur $\alpha = 1$ indiquée plus haut.

» On devra donc faire $n\lambda$ aussi faible que possible, c'est-à-dire λ d'autant plus petit que F contient des harmoniques d'ordres supérieurs plus importants.

» Si, au contraire, on suppose λ très grand, la formule (3) montre qu'un indicateur ayant une grande inertie relative réduit sensiblement un phénomène périodique à son premier harmonique (surtout dans le cas des phénomènes alternatifs où il n'y a pas d'harmoniques pairs), avec un retard de phase d'autant plus voisin de $\frac{T}{2}$ que α est plus petit.

» *En résumé*, le *degré d'amortissement*, tout en restant aussi faible que possible, ne doit pas descendre en général (sauf le cas d'une fonction simplement harmonique) au-dessous des valeurs $\frac{\sqrt{1 - \lambda^2}}{2}$, dans le cas théorique d'un phénomène rigoureusement continu; ou 1 dans le cas contraire, c'est-à-dire dans la pratique ordinaire.

» *La période d'oscillation propre* de l'instrument peut être quelconque dans l'hypothèse d'une fonction simplement harmonique; dans tous les autres cas, elle doit être d'autant plus petite par rapport à celle du phénomène enregistré que les harmoniques élevés sont plus importants.

» J'indiquerai ultérieurement comment on peut prévoir le degré d'approximation réalisable et corriger les résultats obtenus.

» Les remarques précédentes contiennent sommairement toute la théorie des indicateurs de Watt, des oscillographes, de la membrane du téléphone, et de plusieurs problèmes relatifs aux courants électriques alternatifs. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la volatilité du manganèse.*
Note de M. S. **Jordan**, présentée par M. Troost.

« En présentant à l'Académie, le 3 juin 1878, des fontes de manganèse à faibles teneurs de fer, j'avais fait connaître que le manganèse est volatil à la température des fourneaux métallurgiques. Depuis cette époque, déjà ancienne, j'ai pu m'apercevoir que ce fait, assez surprenant, était encore, malgré mes observations à l'appui, l'objet de certains doutes. C'est pourquoi je me permets de signaler des recherches absolument confirmatives, récemment faites à Goettingue par MM. Richard Lorenz et Fr. Heusler.

» Ces savants avaient pour but primitif de vérifier si le manganèse se combinait ou non à l'oxyde de carbone comme le nickel et le fer, et dans l'affirmative si ce n'était pas l'explication des faits présentés par moi. Ils ont d'abord constaté, comme M. Guntz, qu'aux températures relativement basses l'oxyde de carbone ne se combine pas au manganèse métallique.

» Se servant ensuite d'un fourneau à gaz imaginé par l'un d'eux, M. Lorenz, et opérant dans un tube de porcelaine, à la température blanche, sur du manganèse métallique placé dans une nacelle en biscuit, ils ont constaté :

» 1° Que, dans un courant d'acide carbonique, il y avait réduction d'une partie de ce gaz par le métal, en même temps que transport par volatilisation et sublimation d'une partie du métal lui-même;

» 2° Que, dans un courant d'oxyde de carbone, il y avait encore volatilisation puis sublimation d'une partie du métal, en même temps que la flamme allumée à l'extrémité du tube donnait au spectroscope l'indication de la présence du manganèse;

» 3° Que, dans un courant d'hydrogène sec, les mêmes phénomènes se reproduisaient identiquement;

» 4° Que, dans un courant d'azote sec, le phénomène de transport par volatilisation et sublimation se reproduisait pareillement, sans que le manganèse parût se combiner avec l'azote comme le fait le chrome.

» MM. Lorenz et Heusler concluent qu'il n'y a pas d'action de l'oxyde de carbone sur le manganèse, et que celui-ci se volatilise, comme métal, à une température de peu supérieure à son point de fusion. Leur travail, fort intéressant pour les métallurgistes, est publié dans la *Zeitschrift für anorganische Chemie*, t. III, 1893. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Détermination des poids atomiques par la méthode limite*. Note de M. G. **Hinrichs**.

« La détermination idéale du poids atomique d'un élément consisterait en une pesée directe, sur une balance minuscule, avec des atomes d'hydrogène comme poids. On doit chercher à s'approcher de plus en plus de ces conditions idéales, les erreurs de toute sorte allant en croissant avec le (carré du) poids de la matière employée. L'homogénéité chimique et physique de la matière, dans les conditions de l'expérience, devrait être absolue; le temps laissé aux transformations chimiques devrait être nul.

» Pendant le dernier demi-siècle, les chimistes sont entrés, avec Stas, dans une voie directement opposée; on a dû être conduit ainsi à une série d'erreurs. Mes études critiques, continuées pendant plusieurs années, m'ont conduit au principe général suivant :

» Pour obtenir le poids atomique véritable, il faut faire une série de déterminations expérimentales avec des quantités de matière graduellement croissantes, depuis des valeurs très petites jusqu'à un maximum aisément maniable avec précision; le poids atomique véritable sera, non pas la moyenne de toutes les déterminations, mais la *valeur limite* correspondant à des poids de matière tendant vers zéro, et à la condition qu'on ait opéré sur la matière la plus pure, et qu'on l'ait soumise aux opérations chimiques les plus simples, les plus rapides, les plus directes et les plus complètes.

» Il serait aisé de donner une démonstration générale de ce principe; mais je préfère en montrer la valeur pratique, dans le cas de la détermination du poids atomique de l'hydrogène (en posant $O = 16$). Vu le grand

nombre de recherches récentes et leurs résultats discordants, cet exemple devra être concluant.

» La Chimie doit à Dumas ([1]) une série d'expériences à peu près conformes aux conditions énoncées; seulement elles n'ont pas été continuées jusqu'à des quantités très petites. Entre 15^{gr} et 90^{gr} d'eau, Dumas a fait une vingtaine de déterminations; il eût fallu en faire autant au-dessous du poids inférieur. Toutefois, la série des résultats, telle qu'elle est, suffira pour montrer la fausseté de la méthode des moyennes et l'efficacité de la méthode limite, pour la détermination du poids atomique véritable.

» Cette série admirable n'a pas encore été réduite directement; on a toujours introduit des calculs étrangers aux expériences ([2]). L'opération berzélienne était simplement la pesée, par perte, de l'oxygène employé y, et la pesée directe de l'eau produite x. Il faudra donc prendre la détermination directe x comme variable indépendante, et le poids d'oxygène y comme variable dépendante. De plus, Dumas a reconnu l'existence d'une cause d'erreur tendant à diminuer le dernier poids; soit η ce manque d'oxygène, comprenant aussi toute autre erreur résiduelle.

» D'après les méthodes exposées dans les Notes précédentes, nous adoptons les poids atomiques communs, savoir : $H = 1$, $O = 16$, d'où $H^2O = 18$, pour les calculs préliminaires.

» La valeur théorique y' du poids total et le manque η d'oxygène seront donc

$$y' = \frac{8}{9}x, \qquad \eta = y' - y.$$

» J'ai représenté graphiquement les résultats, en prenant pour l'échelle des η le centuple de celle des x. La figure ci-jointe est une réduction au tiers de ce graphique.

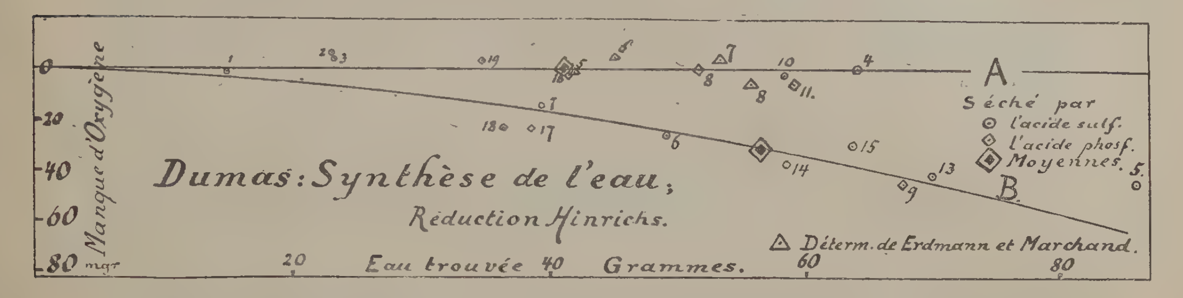
» On voit d'abord immédiatement que le dessèchement à l'acide sulfurique a été aussi efficace que celui à l'acide phosphorique.

» En second lieu, on voit, pour la première fois, que la série classique des expériences de Dumas ne constitue point une série unique, mais qu'elle se partage nettement en deux séries essentiellement distinctes, représentées, l'une par la droite A, et l'autre par la courbe parabolique B. Cha-

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. VIII, p. 189-207; 1843.

([2]) Comme il n'y a point de détermination par pesée de l'hydrogène, cet élément ne doit point entrer dans le calcul. Le résultat final pour l'oxygène une fois trouvé, on pourra calculer la valeur correspondante pour l'hydrogène.

cune de ces séries comprend le même nombre d'expériences (neuf); elles sont évidemment de même valeur. Soumettons donc ces résultats, d'une part, à la méthode usuelle; d'autre part, à notre méthode limite.



» Méthode des moyennes. — Les neuf déterminations de la série A ont fourni 370gr,01 d'eau avec un manque d'oxygène de — 2mgr. La moyenne est 41gr,11 d'eau avec un manque d'oxygène de — 0mgr,22 (excès). Donc O = 16,0001 au lieu de 16,0000.

» Les neuf déterminations de la série B ont de même fourni 508gr,26 d'eau avec un manque total de 286mgr, variant de 14mgr à 45mgr dans les expériences. La moyenne est 56gr,47 d'eau avec un manque de 31mgr,78 d'oxygène, ce qui donne O = 15,990 au lieu de 16,0000.

» En combinant les deux séries, on aura donc 878gr,27 d'eau et 284mgr manque d'oxygène, d'où O = 15,9942 au lieu de 16,0000.

» D'après la méthode des moyennes, on aurait donc O = 15,99 au lieu de 16,00, ce qui donnerait H = 1,005. Mais on voit que l'application de cette méthode est tout à fait irrationnelle. Il n'y a point de moyenne pour des valeurs distribuées sur la courbe B; les moyennes varieraient avec le choix arbitraire de la partie de courbe prise. Une telle moyenne n'aurait pas de sens et serait donc sans valeur scientifique.

» Méthode limite : *Série A*. — Les points déterminés étant distribués sur une droite donnent une valeur indépendante de la quantité de matière employée, ou bien H est exactement l'unité, si l'on prend O = 16. Les expériences nos 1, 2, 3, 4, 8, 10, 11, 16 et 19 paraissent donc avoir été conduites avec toutes les précautions nécessaires.

» *Série B*. — Les points 5, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 17, 18 tombent très près de la courbe parabolique

$$y = k - x^2,$$

dans laquelle (en grammes) $k = 0,000\,000\,01$, c'est-à-dire le cent millionième de l'unité. Pour la moyenne, cette formule donne 31mgr,92 pour le manque d'oxygène, au lieu de 31mgr,78 observé.

» Cette continuité de la courbe des déviations démontre l'existence d'une faible cause d'erreur dans le sens trouvé par Dumas lui-même. La

limite, pour $x = 0$, serait $y = 0$. Donc, cette série B, par la méthode limite, donne exactement le même résultat que la série A. On a donc rigoureusement H = 1 pour O = 16.

» Pour chaque atome de la matière unique et primitive contenu dans 1 atome d'hydrogène, les atomes d'oxygène en contiennent donc 16 exactement. »

CHIMIE. — *Sur le cuivre nitré.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Dans une Communication antérieure [1], nous avons annoncé que divers métaux, récemment obtenus par la réduction des oxydes au moyen de l'hydrogène, peuvent fixer à froid beaucoup de peroxyde d'azote. On obtient ainsi des composés spéciaux, que nous avons désignés sous le nom de *métaux nitrés* et que nous avons déjà décrits pour le cuivre et le cobalt. Nous compléterons aujourd'hui, en plusieurs points, l'histoire du cuivre nitré.

» *Formation.* — On réduit l'oxyde cuivrique, soit par l'hydrogène, soit *par l'oxyde de carbone* [2]. Sur le métal ainsi préparé, on dirige à froid (de 25° à 30°) les vapeurs de peroxyde d'azote. La matière brunit, en donnant un dégagement de chaleur appréciable, qui sert d'indicateur de la réaction. On a déjà insisté précédemment sur les précautions à prendre pour éliminer les traces d'humidité qui altéreraient le composé.

» Comme nous l'avons déjà dit, le cuivre nitré, stable à froid dans l'air sec, est détruit par la chaleur, surtout au-dessus de 90°, avec dégagement de peroxyde d'azote, mêlé d'un peu d'oxyde azotique, et même d'azote si l'élévation de température est rapide. Il réagit violemment sur l'eau, en dégageant de l'oxyde azotique pur, et donnant une dissolution d'azotate et d'azotite de cuivre, avec un résidu de cuivre à peu près pur.

» *Composition.* — Nous avons été conduits à assigner au cuivre nitré la formule Cu^2AzO^2, qui correspond à la fixation sur le cuivre métallique d'environ 1000 fois son volume de peroxyde d'azote à 30°.

» On a dosé séparément le cuivre, l'azote et l'oxygène. La proportion de cuivre

(1) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 237; 1892.

(2) L'emploi de l'oxyde de carbone comme réducteur montre que la présence de petites doses d'hydrogène condensées sur la mousse métallique n'est pas utile pour la production du composé.

résulte de l'augmentation de poids du cuivre pendant la fixation du peroxyde d'azote : elle a été déterminée un grand nombre de fois, en faisant varier beaucoup les conditions de température et de pression propre du peroxyde d'azote, qui était appliqué seul ou dilué dans l'azote sec. Cette proportion a toujours été comprise entre 72,6 et 75,8, termes extrêmes, la moyenne étant voisine de 74 pour 100.

» L'azote et l'oxygène ont été évalués comme il suit. Dans un long tube de verre, se trouvent disposés d'abord le cuivre nitré à analyser, ensuite une longue colonne de cuivre qui a préalablement été, dans le tube même, soigneusement réduit par l'hydrogène. Un courant d'acide carbonique absolument pur traverse le tube et se rend sous une éprouvette remplie de potasse caustique qui l'absorbe totalement. Le cuivre étant porté au rouge, on chauffe doucement le cuivre nitré, qui dégage tous ses gaz nitrés. L'*azote* seul et tout entier se rend dans l'éprouvette, et l'on peut ainsi faire la mesure directe de son volume.

» Quant à l'*oxygène*, il se trouve en partie retenu sur le résidu chauffé, en partie fixé sur la colonne de cuivre : on le dose aisément, en chauffant le tube dans l'hydrogène sec et recueillant, dans des appareils desséchants tarés, l'eau ainsi formée. On a ainsi obtenu, pour un échantillon :

	Trouvé.	Calculé pour Cu^2AzO^2.
Cuivre	72,7	73,4
Azote	7,3	8,1
Oxygène	19,1	18,5
Total	99,1	100,0

» Il y a donc un défaut d'azote, et, au contraire, un excès d'oxygène et de cuivre. Nous avons pu nous rendre compte que cette perturbation est due à une légère oxydation de la matière, qu'il est impossible d'éviter pendant la préparation, où l'on constate toujours la production corrélative d'un peu d'oxyde azotique. Cette oxydation est d'autant plus importante que la température est plus haute, et, par conséquent, que l'échauffement dû à la fixation du peroxyde est plus marqué.

» *Propriétés chimiques.* — L'action de la chaleur et celle de l'eau ont déjà été décrites dans notre précédente Note.

» L'*hydrogène* n'agit pas à froid; mais si, dans un courant rapide de ce gaz, on élève rapidement la température vers 180°, on observe une production abondante de nitrite d'ammoniaque, et surtout d'ammoniaque libre.

» L'*oxyde de carbone* n'agit pas à froid. Chauffé progressivement, le cuivre nitré y dégage son peroxyde d'azote, et laisse finalement un résidu de cuivre réduit.

» L'*anhydride sulfureux* n'exerce pas d'action spéciale sur le composé et agit seulement sur les produits de sa destruction par la chaleur. Il donne avec le peroxyde d'azote dégagé le composé volatil connu, qui se dépose en cristaux sur les parois froides du tube. Il reste un résidu de cuivre partiellement oxydé, contenant un peu de sulfate cuivrique anhydre.

» Le *chlore* ne se comporte guère autrement que sur le cuivre réduit : la matière chauffée dégage du peroxyde d'azote, et brûle vers 200° en laisant un mélange fondu de chlorures cuivreux et cuivrique.

» Le *gaz ammoniac* sec agit immédiatement à froid : on aperçoit d'abord des fumées blanches d'azotite et azotate, et de la vapeur d'eau; puis soudain, la masse devient incandescente, en donnant beaucoup d'eau et des sels ammoniacaux : il reste un résidu de cuivre mêlé d'oxyde ammoniacal, mais ne contenant pas d'azoture.

» L'*hydrogène sulfuré* réagit dès la température ordinaire, avec dégagement de chaleur : il y a formation d'eau et de soufre, et il demeure finalement du sulfure cuivreux bleu vif.

» L'examen de ces diverses réactions nous montre que tout se passe comme si, le peroxyde d'azote, se trouvant seulement juxtaposé au cuivre, chacun agissait pour son propre compte. Le cuivre nitré pourra donc, dans un grand nombre de cas, être substitué au peroxyde d'azote, dans les réactions de ce dernier corps, dont l'activité pourra être ainsi utilisée d'une façon plus régulière.

» Nous poursuivons l'étude des composés analogues que nous ont fournis le cobalt, le nickel, et qui paraissent exister aussi pour le fer, le manganèse, et quelques autres métaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérie des acides amido-benzoïques.* Note de M. **Oechsner de Coninck**.

« I. J'ai poursuivi l'étude comparée des trois acides amido-benzoïques, en déterminant quelques coefficients de solubilité dans des dissolvants neutres, tels que l'éther et l'alcool purs.

» Voici les résultats :

» 1° *Éther pur.*

	Acides		
	ortho.	*méta.*	*para.*
t	$=+6°,8$	$=+5°,6$	$=+5°,8$
α	$=$ 1gr,6050	0gr,1810	0gr,8210
t	$=+2°,7$	$=+2°,7$	$=+2°,7$
α	$=$ 1gr,0840	0gr,1700	0gr,6414

» 2° *Alcool pur à 90 degrés.*

	Acides		
	ortho.	*méta.*	*para.*
t	$=+3°$	$=+3°$	$=+3°$
α	$=$ 0gr,8130	0gr,1790	0gr.8400
t	$=+9°,6$	$=+9°,6$	$=+9°,6$
α	$=$ 1gr,0700	0gr,220	0gr,1300

» II. En raison de l'importance de l'acide métamido-benzoïque, j'ai déterminé son coefficient de solubilité (α) dans un plus grand nombre de dissolvants neutres et purs. J'ai employé l'alcool éthylique aqueux et absolu, l'alcool méthylique, l'acétone, l'iodure de méthyle, l'iodure d'éthyle, le chloroforme, le bromoforme, l'essence de térébenthine, l'eau distillée à différentes températures.

» 3° *Alcool éthylique étendu* ($C^2H^5.OH$: 1 p.; H^2O : 3 p.).

Températures observées.	(α)
°	gr
+ 14,9	0,0726
+ 15,3	0,0728
+ 16,6	0,0730
+ 16,8	0,0734

» *Alcool ethylique à 95 degrés.* — Deux déterminations ont été effectuées :

$t = +12°,5$, $\alpha = 0^{gr},2920$ (moyenne).

» 4° *Alcool méthylique pur.* — Deux déterminations ont été faites :

$t = +10°,5$, $\alpha = 0^{gr},4046$ (moyenne).

» 5° *Acétone* (*régénérée du bisulfite*) :

$t = +11°,3$, $\alpha = 0^{gr},6215$.

» 6° *Iodure de méthyle* (*incolore*) :

$t = +10°$, $\alpha = 0^{gr},0040$.

» 7° *Iodure d'éthyle* (*incolore*) :

$t = 0°$, $\alpha = 0^{gr},0016$.

» 8° *Chloroforme pur* :

$t = +12°$, $\alpha = 0^{gr},0070$.

» 9° *Bromoforme pur* :

$t = +8°$, traces dissoutes [1].

» 10° *Essence de térébenthine* (*rectifiée*) :

$t = +10°$, traces dissoutes.

» 11° *Eau distillée :* Dans ma dernière Note (séance du 13 mars 1893), j'ai indiqué les coefficients de solubilité dans l'eau pure, pour les températures comprises entre +13° et +15°.

---

[1] L'évaporation doit se faire à basse température et dans l'obscurité; autrement, il y a dégagement de brome et attaque immédiate de l'acide organique.

» Voici les premiers résultats des déterminations faites à des températures plus basses et plus élevées :

Températures observées.	(α).	Températures observées.	(α).
o	gr	o	gr
0,0	0,0430	+38,0	0,1010
+ 1,3	0,0442	+41,0	0,1122
+17,1	0,0588	+41,7	0,1128
+17,4	0,0589	+46,5	0,1377
+17,5	0,0589	+47,4	0,1390
+20,0	0,0686	+48,1	0,1396
+23,0	0,0794	+49,2	0,1416
+23,7	0,0798	+51,0	0,1455
+28,0	0,0820	+54,0	0,1580
+28,6	0,0826	+61,6	0,2290
+33,0	0,0843	+62,3	0,2309
+33,5	0,0845	+65,0	0,2636
+33,6	0,0845	+67,0	0,2870

» On voit, une fois de plus, pour les solubilités dans l'éther et surtout dans l'alcool, que les isomères amidobenzoïques *se ressemblent deux à deux*.

» En ce qui concerne l'acide métamido-benzoïque, on remarquera sa facile dissolution dans l'alcool méthylique, dans l'acétone, et son insolubilité presque absolue dans les dérivés alcooliques ainsi que dans les carbures aromatiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther phtalocyanacétique*. Note de M. **P.-Th. Muller**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente ([1]) concernant l'action du chlorure de phtalyle sur l'éther cyanacétique sodé, nous avons décrit l'éther phtalocyanacétique comme une poudre blanche fondant *vers* 175°. Une étude plus complète de ce corps nous a montré que ce point de fusion incertain est celui d'un mélange de deux produits isomériques qui répondent tous deux à la formule de l'éther phtalocyanacétique

$$C^6H^4.C^2O^2:C\begin{cases}CAz\\CO^2C^2H^5\end{cases},$$

et qui fondent, l'un à 140°-141°, l'autre à 190°-192°. On a pu les séparer

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1139.

par des cristallisations fractionnées dans le benzène et le chloroforme chaud, qui dissolvent plus facilement le produit le plus fusible.

» A part le point de fusion et la différence de solubilité, assez faible d'ailleurs, les deux isomères jouissent des mêmes propriétés; tous les réactifs agissent sur eux d'une façon identique et ne donnent, dans chaque cas, naissance qu'à un seul composé. Ces faits nous conduisent à envisager les deux produits comme des stéréoisomères, que nous pouvons formuler comme il suit :

$$C^6H^4\begin{cases} \overset{\displaystyle CAz-C-CO^2C^2H^5}{\overset{\|}{C}} \\ CO \end{cases}\!\!>O \quad \text{et} \quad C^6H^4\begin{cases} \overset{\displaystyle CO^2C^2H^5-C-CAz}{\overset{\|}{C}} \\ CO \end{cases}\!\!>O.$$

» Nous choisissons les formules dissymétriques qui rendent seules compte de l'isomérie; on sait, du reste, que, dans tous les cas où l'on a pu démontrer d'une façon certaine la constitution des dérivés immédiats du chlorure de phtalyle, on a trouvé des produits dissymétriques.

» L'ammoniaque transforme à froid l'éther phtalocyanacétique en *phtalamide* symétrique fondant à 219° en dégageant du gaz ammoniac et se changeant en phtalimide. Si l'on n'emploie qu'une petite quantité d'ammoniaque, on obtient directement les aiguilles de la *phtalimide* symétrique, fondant nettement à 228°, après recristallisation dans l'eau bouillante.

» Bouilli avec de la phénylhydrazine en solution benzénique, l'éther phtalocyanacétique donne une *dihydrazone* fondant à 149° et répondant à la formule

$$C^6H^4\begin{cases} \overset{\displaystyle Az.AzH.C^6H^5}{\overset{\|}{C}} \\ \underset{\displaystyle Az.AzH.C^6H^5}{\underset{\|}{C}} \end{cases}\!\!>C\begin{cases} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{cases}.$$

» Ce corps se précipite par refroidissement du benzène; pour le purifier, on le lave à l'éther et on le fait cristalliser deux fois dans l'alcool bouillant.

» Dans ces réactions, le phtalocyanacétate d'éthyle se comporte comme un produit symétrique; dans les suivantes, au contraire, il donne naissance à des dérivés dissymétriques.

» *Éther benzoylcyanacétique orthocarboxylé.* — L'éther phtalocyanacétique se dissout lentement, mais complètement, dans le carbonate de soude, à froid. La dissolution exige plusieurs semaines et dégage de l'acide carbonique. Quand elle est terminée, on traite par de l'acide sulfurique étendu; il se précipite un produit blanc qu'on fait recristalliser dans l'éther. Il fond à 121°-122° et répond à la formule

$$C^6H^4\begin{cases} CO.CH(CAz).CO^2C^2H^5 \\ COOH \end{cases}.$$

» L'eau bouillante le décompose en acide phtalique et éther cyanacétique. C'est un acide bibasique que l'on peut titrer par la soude, en présence de phénolphtaléine. Nous avons préparé le sel diargentique, poudre blanche amorphe.

» Nous avons obtenu toute une série d'*éthers acides* du corps précédent en traitant directement et à froid l'éther phtalocyanacétique par les alcoolates de sodium en solution dans l'alcool absolu correspondant.

» Le phtalocyanacétate d'éthyle se dissout très vite et intégralement jusqu'au moment où, pour 1 atome de sodium, on a employé 1 molécule d'éther. On filtre alors, on chasse l'alcool par le vide; on dissout le sel sodique visqueux dans l'eau et l'on précipite par l'acide acétique. On fait cristalliser le précipité dans un mélange d'éther et de benzène ou d'alcool. Les nouveaux éthers se forment d'après l'équation

$$C^6H^4 \begin{cases} C = C \begin{cases} CAz \\ CO^2C^2H^2 \end{cases} \\ \quad | \\ \quad O \\ \quad | \\ CO \end{cases} + ROH = C^6H^4 \begin{cases} CO.CH(CAz).CO^2C^2H^2 \\ COOR \end{cases}.$$

Ce sont des composés insolubles dans l'eau, solubles dans les dissolvants organiques habituels et constituant de véritables acides monobasiques que nous avons pu titrer par la soude, en prenant comme indicateur la phénolphtaléine. Leurs sels de soude donnent un précipité blanc avec l'azotate de plomb, blanc ou coloré en rose avec le nitrate d'argent, vert clair avec le sulfate de cuivre. Avec le perchlorure de fer on obtient un précipité rouge brun qui se dissout dans l'éther en lui communiquant une belle coloration rouge. Cette réaction, que donnent également les éthers cyanomalonique et benzoylcyanacétique de M. Haller, caractérise le groupement

$$CO.CH(CAz).CO^2C^2H^5.$$

» L'éther méthylé fond à 64°-65°; son sel d'argent est blanc.

» L'éther éthylé est visqueux; nous avons analysé son sel d'argent qui constitue une poudre rose.

» L'éther propylé fond à 69°-70°; son sel d'argent est rougeâtre.

» Nous avons également préparé l'éther benzylé en modifiant légèrement le mode opératoire général indiqué plus haut. Produit cristallin fondant à 74°.

» Nous avons rappelé, dans notre première Communication, que l'éther benzoylcyanacétique de M. Haller, bouilli avec un grand excès d'eau, se décompose en donnant la cyanacétophénone

$$C^6H^5.CO.CH(CAz).CO^2C^2H^5 + H^2O = C^6H^5.CO.CH^2CAz + CO^2 + C^2H^5.OH\ (^1).$$

» Les éthers précédents nous ont fourni, dans les mêmes conditions, la *cyanacétophénone orthocarboxylée* qui est constituée par de petits cristaux

---

(1) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1270; 1885.

fondant à 136°-138°.

$$C^6H^4\begin{cases}CO.CH(CAz).CO^2C^2H^5\\ COOR\end{cases} + 2H^2O$$
$$= C^6H^4\begin{cases}CO.CH^2CAz\\ COOH\end{cases} + CO^2 + C^2H^5.OH + ROH.$$

» Nous avons opéré sur l'éther méthylé et sur l'éther éthylé; pour isoler le nouveau produit il suffit de concentrer le liquide; il cristallise par refroidissement.

» Nous ajouterons que les réactions précédentes sont presque toutes quantitatives; l'éther phtalocyanacétique (un mélange des deux stéréoisomères) se comporte donc, suivant les cas, comme un corps symétrique ou comme un corps dissymétrique.

» Nous devons en conclure que certaines parties de cette molécule (qui est très probablement dissymétrique) jouissent d'une mobilité telle que, sous l'influence de divers agents, elles peuvent s'orienter pour donner immédiatement naissance à l'édifice moléculaire le plus stable, qui peut être tantôt un corps symétrique, tantôt un corps dissymétrique.

» Dans une prochaine Communication, nous espérons décrire la préparation et les propriétés de l'éther phtalodicyanacétique

$$C^6H^4\begin{cases}C\begin{cases}CH(CAz).CO^2C^2H^5\\ CH(CAz).CO^2C^2H^5\end{cases}\\ \quad | \\ \quad O \\ \quad | \\ CO\end{cases}$$

corps acide que l'on obtient (en même temps que l'éther phtalocyanacétique) lorsque l'on traite, à froid, 4 molécules d'éther sodocyanacétique par 1 molécule de chlorure de phtalyle (¹). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De la transpiration dans la greffe herbacée.* Note de M. LUCIEN DANIEL (²), présentée par M. Duchartre.

« Tous ceux qui ont greffé des plantes herbacées savent que le greffon se fane très rapidement après l'opération, sous l'influence de la transpi-

---

(¹) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy (laboratoire de M. Haller).

(²) Ce travail a été fait au laboratoire de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

ration; mais aucune observation scientifique du phénomène n'a été faite jusqu'ici. J'ai essayé de combler en partie cette lacune, en étudiant la transpiration, après la greffe en fente ordinaire :

» 1° Du Haricot, type des plantes à feuilles minces qui, après l'opération, se dessèchent et meurent rapidement à l'air libre. Dans ce cas, j'ai opéré sur des plantes entières; les Haricots, élevés dans de la mousse très humide, ont pu vivre un certain temps dans les flacons pleins d'eau où je les ai placés;

» 2° Du Chou, type des plantes à feuilles demi-grasses qui peuvent, une fois greffées, supporter une transpiration assez active sans périr. Les Choux, sectionnés près du collet, formaient tous bouture.

» J'ai pris dans les deux cas, avec toutes les précautions voulues, trois échantillons comparables : un témoin et deux plantes greffées, placées l'une à l'air libre, l'autre sous cloche. Pour cette dernière, j'ai eu soin d'aérer de temps à autre, afin d'éviter la pourriture, qui se produit vers le sixième jour à l'étouffée complète et à l'obscurité.

» Au bout de trois jours, le Haricot greffé, laissé à l'air libre, meurt desséché. Le témoin a transpiré environ trois fois plus que lui et six fois plus que le Haricot placé sous cloche. A partir de ce moment, je n'ai plus en expérience que le témoin et le Haricot sous cloche. Le septième jour de la greffe, les tissus de cicatrisation, d'origine cambiale, apparaissent dans le sujet d'abord, et, contrairement à ce qui se passe à l'air libre, *sur tout le pourtour de la coupe transversale du sujet*.

» Au bout de quatorze jours, la plante, placée dans l'eau ordinaire, a péri. Sa transpiration différait alors assez peu de celle du témoin. Ses feuilles avaient constamment gardé la position de sommeil; l'équilibre entre l'arrivée et la sortie de l'eau n'était donc pas encore entièrement rétabli.

» Avec le Chou, contrairement à ce qui se passe dans le Haricot, la greffe-bouture à l'air libre a transpiré un peu plus que la bouture-témoin; mais elle s'est fanée beaucoup plus, sans toutefois périr. Les couches génératrices fonctionnent aussi beaucoup plus tard que dans le Haricot.

» En examinant au microscope les diverses plantes ainsi mises en expérience, j'ai trouvé que :

» 1° Les vaisseaux sectionnés dans l'opération restent éloignés les uns des autres, et, par suite, la sève brute ne peut passer du sujet dans le greffon qu'au travers des méristèmes formés d'abord par les parenchymes, et ensuite par les couches génératrices. Or, les premiers restent exclusivement cellulaires; dans les seconds, les vaisseaux nouveaux se différencient lentement, se contournent plus ou moins, et se développent en plus petit nombre que dans les tissus normaux correspondants. La continuité directe vasculaire entre le sujet et le greffon est donc moins parfaite que si la plante n'avait pas été greffée, et ce d'autant moins que l'opération est plus récente;

» 2° J'ai constaté une grande quantité d'amidon dans le Chou témoin et le Chou greffé à l'air libre. Le Chou sous cloche ne contient pas d'amidon; mais cette sub-

stance apparaît dès qu'on élève suffisamment la transpiration du greffon, en le mettant à l'air libre.

» J'avais déjà constaté la présence de l'amidon dans diverses plantes greffées depuis plus longtemps, et chez lesquelles la reprise était complète (Haricot, Pois, etc.) (1).

» Or, dans les plantes de même âge non greffées ou sectionnées, on n'observe pas d'amidon, ou, s'il y en a, il est en quantité beaucoup moindre. La production de cette substance est donc une conséquence de la greffe. En effet, la sève brute passant en quantité moindre au travers des tissus cicatriciels, la transpiration se fait en partie aux dépens des éléments du greffon. On peut d'ailleurs remarquer que ces éléments se déshydratent, puisqu'on y voit, par exemple, les sucres remplacés par de l'amidon.

» De ces relations entre l'arrivée et la sortie de l'eau dans le greffon, on peut tirer diverses conséquences :

» 1° *Au point de vue pratique :* dans la greffe herbacée, il faut, au début, éviter les deux termes extrêmes : la dessiccation et la pourriture. Si, comme on le fait souvent, en opérant à l'obscurité, ou en supprimant partiellement les feuilles, on réduit la transpiration, en même temps on entrave ou supprime l'assimilation chlorophyllienne; une basse température diminue la transpiration, mais empêche la cicatrisation; la suppression complète de la transpiration amène la pourriture, etc. Ces procédés doivent donc être employés avec discernement; on ne saurait traiter de la même façon le Haricot, le Chou et les plantes grasses, par exemple.

» 2° *Au point de vue théorique :* les tissus cicatriciels rendent plus difficile l'ascension des liquides du sujet dans le greffon, non seulement au début, mais encore après la reprise complète de la greffe. Il en est de même pour le passage de la sève élaborée du greffon dans le sujet. L'absorption de l'eau étant inférieure à la sortie, la sève élaborée est moins aqueuse, l'amidon se forme par déshydratation des sucres, le greffon reste de plus petite taille, etc.

» On peut ainsi s'expliquer la plupart des phénomènes d'influence réciproque du sujet et du greffon. »

---

(1) L. Daniel, *Sur la greffe des plantes en germination* (*Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Pau, 21 septembre 1892).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'exploration de la haute atmosphère. Expérience du 21 mars 1893.* Note de M. **Gustave Hermite.**

« Les expériences que j'avais l'honneur d'annoncer à l'Académie en terminant ma Communication du 21 novembre de l'an dernier ont eu lieu le 2 décembre; mais un accident étant survenu à notre ballon de papier, nous avons pris la résolution de construire un ballon en baudruche triple, vernie, et du cube de 113^{m}.

» Nous avons attendu, M. Besançon et moi, pendant plus d'un mois, les circonstances les plus favorables, et enfin nous avons exécuté l'ascension dans la journée du 21 mars, où le vent était assez faible et l'air d'une transparence remarquable.

» Le ballon devait être gonflé à l'hydrogène, mais un retard imprévu dans sa fabrication nous obligea à employer le gaz d'éclairage.

» Le ballon emportait des enregistreurs barométriques et thermométriques spéciaux, à mouvement d'horlogerie, et un distributeur de 600 cartes-questionnaires, fonctionnant par la combustion d'une mèche d'amadou. Le poids total du matériel enlevé était de 17^{kg}. Le but principal de l'expérience était de déterminer la loi de la décroissance de la température au delà des limites connues. Un enregistreur devait être placé au centre de l'aérostat, afin de comparer les différences de températures du gaz avec celles de l'air ambiant.

» Le ballon avait un orifice inférieur de $0^{m},30$ pourvu d'une manche d'appendice de $0^{m},90$, de manière à faciliter la sortie du gaz pendant la phase ascendante et la rentrée de l'air pendant la phase descendante, ce qui, dans notre pensée, devait dispenser d'avoir recours aux délesteurs automatiques si l'on prenait soin de gonfler *entièrement* l'aérostat.

» Les résultats ont été conformes à nos prévisions.

» L'aérostat s'est élevé sans accident, avec une force ascensionnelle de 65^{kg} environ, qui lui a communiqué une vitesse verticale moyenne de 8^{m} par seconde; cette vitesse a même atteint $9^{m},20$ entre 7000 et 10000^{m} d'altitude. Quant à la vitesse de descente, elle a été de $2^{m},40$ en moyenne, de sorte que les instruments n'ont souffert aucune avarie. Par cette disposition, le volume du ballon n'ayant pas varié pendant toute la durée de l'expérience, on aurait pu, avec une lunette astronomique munie d'un micromètre, déterminer l'altitude vraie. Comme l'*Aérophile*, qui était

blanc, réfléchissait vigoureusement les rayons solaires, très intenses dans les grandes altitudes, plusieurs personnes ont pu le suivre à l'œil nu pendant trois quarts d'heure, c'est-à-dire jusqu'au sommet de sa trajectoire. Il brillait comme la planète Vénus, lorsqu'elle est visible en plein jour.

» Le départ a eu lieu de Paris-Vaugirard à $12^{h}25^{m}$ et la descente à Chanvres, près Joigny (Yonne), à $7^{h}11^{m}$ du soir. Le ballon a atteint une dépression barométrique de 103^{mm} de mercure ou $\frac{1}{7,38}$ d'atmosphère, soit une altitude de 16000^{m} environ, d'après la formule de Laplace, et sans tenir compte des corrections relatives à la pesanteur et à la température.

» D'après le poids du matériel, l'altitude n'aurait dû être que de 13500^{m}. Le résultat obtenu s'explique facilement en admettant que, par suite de l'intensité considérable de la radiation solaire, le gaz a pris une température plus élevée que celle de l'air ambiant et que le ballon s'est comporté comme une véritable montgolfière.

» Le thermomètre a marqué une température minima de $-51°$ centigrades à 12500^{m}, ce qui fait une décroissance de température de 68°, la température à terre étant $+17°$, soit une décroissance de 1° centigrade par 186^{m}. Au delà, le diagramme des températures et celui de la pression barométrique s'est interrompu. Cet accident doit être attribué à la congélation de l'encre contenue dans les plumes des enregistreurs, laquelle a lieu vers $-55°$ centigrades.

» A l'altitude de 16000^{m}, ou plutôt à la pression barométrique de 103^{mm}, le diagramme barométrique reprend et, un peu plus bas, le diagramme des températures. Le thermomètre s'est élevé alors à $-21°$ centigrades : ce fait anormal doit être attribué à l'effet de la radiation solaire qui a échauffé l'air du panier dans lequel étaient renfermés les instruments. Il y a donc lieu de se préoccuper, dans les expériences, d'abriter très sérieusement les instruments contre des effets de cette nature.

» J'ajouterai que la mèche d'amadou servant à distribuer les cartes-questionnaires, dont plusieurs nous sont revenues, s'est éteinte après avoir brûlé sur une longueur de $0^{m},24$. Ce fait doit être attribué au manque d'oxygène.

» Les mesures thermométriques recueillies semblent démontrer l'accroissement considérable de la radiation solaire, à mesure que l'on s'élève, et que la décroissance de la température de l'air est d'autant plus rapide que l'altitude est plus grande.

» Je me permettrai de faire observer que le ballon l'*Aérophile* a atteint

une zone atmosphérique où la densité de l'atmosphère est inférieure à celle des plaines lunaires, si l'on admet que la densité de l'atmosphère de toute planète et de tout satellite est proportionnelle à la pesanteur à la surface. On pourrait donc déduire de cette expérience, et de celles qui vont suivre, des données sur la température et la radiation solaire à la surface de notre satellite.

» Le ballon est resté pendant plusieures heures à flotter à l'altitude constante de 16000^m. Ce résultat peut s'expliquer en admettant que la chaleur ne varie pas sensiblement avec la hauteur de l'astre, lorsque l'on arrive à ces altitudes où les $\frac{7}{8}$ de l'atmosphère sont supprimés et où il ne reste plus évidemment aucune trace de vapeur d'eau. Mais lorsque le jour baisse réellement, comme par exemple vers 6^h du soir, le refroidissement l'emporte, et le diagramme thermométrique accuse une diminution très rapide de la température.

» Pendant les trois quarts d'heure où l'on a pu observer le ballon à œil nu, l'aspect de sa trajectoire a été très instructif. On a vu le ballon se diriger d'abord dans le nord-ouest, puis il a tourné progressivement à l'ouest par une sorte de mouvement hélicoïdal; de la même manière, il est revenu vers l'est et c'est dans cette direction qu'on l'a perdu de vue, par suite d'une brume très légère qui se formait dans les régions inférieures. Pendant ces moments, et indépendamment de sa direction propre, il semblait se rapprocher du zénith, ce qui démontre la rapidité énorme de son mouvement ascensionnel.

» Les habitants de Joigny et de Chanvres ont vu le ballon un quart d'heure avant son atterrissage; il venait du nord-ouest et il descendait très lentement. La lenteur et la régularité de la descente, obtenue par la rentrée automatique de l'air dans l'aérostat, est une propriété d'autant plus précieuse qu'elle permet aux habitants d'apercevoir le ballon longtemps avant son atterrissage et de le retirer d'une position dangereuse. Le succès de l'opération se résout à choisir une heure de départ telle que la descente ait lieu en plein jour, sur terre et par un temps calme. Nous avons réussi à obtenir toutes ces conditions, grâce à la direction du courant supérieur qui soufflait dans la direction de l'est, conditions qui doivent être réalisées dans la haute atmosphère par suite du mouvement de rotation de la Terre. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Pouvoir odorant du chloroforme, du bromoforme et de l'iodoforme*. Note de M. **Jacques Passy**.

« Les analogies étroites qui existent entre les propriétés physiques et chimiques du chlore, du brome et de l'iode, et la transformation graduelle qu'on observe dans ces propriétés quand on passe de l'un à l'autre, m'ont conduit à penser qu'il pouvait y avoir une variation parallèle dans leurs propriétés odorantes, variation analogue à celle que j'ai signalée dans les alcools de la série grasse ([1]).

» J'ai cherché 1° à déterminer le pouvoir odorant de chacun de ces trois corps, 2° à étudier l'effet produit par leur substitution dans une molécule organique identique. A cet égard, le chloroforme, le bromoforme et l'iodoforme étaient tout indiqués, et doublement intéressants à cause de leurs propriétés anesthésiques et antiseptiques.

» La comparaison entre le chlore et le brome offre des difficultés et des causes d'erreur si nombreuses, que j'ai renoncé, pour l'instant, à publier des résultats qui me paraissent incertains. Les trois composés organiques donnent, au contraire, des résultats très nets.

	Minimums en millionième de gramme.
Chloroforme	30
Bromoforme	2 à 5
Iodoforme	0,06 à 0,7

» Les pouvoirs odorants de ces trois corps sont donc comme 1, 15, 500 et présentent l'accroissement auquel on pouvait s'attendre.

» Quant à la qualité, on retrouve ici un exemple extrêmement marqué de ce dualisme que j'ai signalé pour quelques composés organiques. On connaît l'odeur caractéristique du chloroforme, et celle de l'iodoforme. Le bromoforme à dose massive possède l'odeur éthérée, pénétrante, du premier; à dose atténuée, le parfum si désagréable et tenace du second.

» En résumé, ces trois corps forment une série régulière, dans laquelle

([1]) Je publierai prochainement un Tableau beaucoup plus étendu, comprenant plusieurs termes nouveaux, ainsi que les aldéhydes et éthers correspondants, et dont les résultats développent et modifient sur certains points mes conclusions précédentes.

le pouvoir odorant croît d'une manière progressive et dans laquelle la qualité se modifie graduellement. Le premier et le troisième terme ont une individualité propre, tandis que le second se comporte comme un mélange des deux autres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur une série de formes nouvelles de la neige, recueillie à de très basses températures.* Note de M. **Gustave Nordenskiöld**, présentée par M. Daubrée.

« Les planches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sont des reproductions en autotypie, sans *retouches,* de photographies. Malheureusement elles ne reproduisent pas les plus fins détails des photographies originales, pour montrer qu'on est en présence de phénomènes cristallographiques nouveaux.

» Les formes ordinaires des flocons de neige tombés à une température voisine de zéro montrent des assemblages d'étoiles dendritiques, ordinairement très régulières et très élégantes, mais n'offrant rien de particulier. Il n'en est plus de même pour des flocons tombés à des températures beaucoup plus basses, entre $-10°$ et $-20°$. Au lieu d'étoiles dendritiques, les derniers forment généralement ou des disques hexagonaux, ou des étoiles avec des branches ayant seulement deux ou trois fois la longueur du disque central hexagonal. Si l'on examine les cristaux au microscope avec un grossissement de $\frac{25}{1}$ à $\frac{50}{1}$, on y reconnaît une structure très compliquée. Dans leur intérieur on distingue des pores, des canaux et des cavités limitées par des surfaces courbes, dont l'origine est évidemment en rapport avec les forces moléculaires qui ont formé des cristaux délimités par des surfaces planes.

» J'ai désigné ces pores et cavités du nom de *formations organoïdes,* pour caractériser leurs formes et leur aspect général; car, avec un peu d'imagination, on pourrait croire voir des aiguilles siliceuses d'éponges marines ou d'autres particularités de tissus organiques.

» Jusqu'à présent, rien d'analogue n'a été observé dans les cristaux : il semblerait qu'on est en présence d'un lien entre les formes géométriques de la nature morte, limitées par des surfaces planes, et les formes courbes et arrondies des êtres organisés. Je crois aussi que les formes organoïdes des flocons de neige peuvent avoir de l'intérêt pour la structure intérieure des cristaux.

» Aux grands géomètres de la patrie de Romé de l'Isle et Haüy, je propose de trouver les lois mathématiques des *canaux organoïdes* si réguliers, si variables et cependant si typiques, que représentent plusieurs des photographies ci-jointes, figures d'un phénomène inconnu jusqu'à présent aux météorologistes.

» Le 8 février dernier, par une température de $-0°$ à $-17°$, il est tombé de véritables fioles microscopiques de glace contenant de l'eau. A cette occasion, plusieurs personnes s'étonnaient de voir de l'eau égoutter abondamment des toits, quoique la température fût de $-8°$ à $-10°$. Les photographies ci-jointes ont non seulement confirmé la justesse de l'observation du vulgaire, mais en ont donné une explication bien simple. Malheureusement je n'avais pas un calorimètre tout prêt pour déterminer la chaleur spécifique de ce mélange extraordinaire d'air et d'eau, à une température de l'air de $-8°$ à $-12°$, et l'occasion de compléter l'observation ne s'est plus représentée. »

M. **Kondakoff** adresse une Note sur l'alcool amylique primaire normal, à propos d'un travail récent sur ce sujet.

M. **A. Coste** adresse une Note relative aux images produites par deux miroirs perpendiculaires entre eux.

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 avril 1893.

La Géographie dans les Chaires de l'Université, par Maurice Viguier. Avignon, Seguin frères, 1893; br. in-8°.

L'Asboline, par le D[r] Th. Blondin. Paris, Société d'éditions scientifiques; br. in-8°.

Minutes of proceedings of the Institution of civil engineers. Vol. CXI. London, 1893; 1 vol. in-8°.

Terrestrial atmospheric absorption of the photographic rays of ligth, by J. M. Schaeberle. Sacramento, 1893; 1 vol. in-8°.

Lagoa santa et Bidrag til den biologiske Plantegeografi, af Eug. Warming (*Mémoires de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark.* Copenhague; 6e série, classe des Sciences, t. VI, n° 3). Kjobenhavn, 1892; 1 vol. in-4°.

Spolia Atlantica. Scopelini, musei zoologici Universitatis Hanniensis, af Dr Chr.-Fr. Lutken (*Mémoires de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark.* Copenhague; 6e série, classe des Sciences, t. VII, n° 6). Kjobenhavn, 1892; 1 vol. in-4°.

Billedkunstens Fremstilling af Menneskeskikkelsen, i dem aeldste periode indtil Hojdepunktet af den graeske kunst, af Julius Lange (*Mémoires de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark.* Copenhague; 5e série, classe des Lettres, t. V, n° 4). Kjobenhavn, 1892; 1 vol. in-4°.

Archives italiennes de Biologie, par A. Mosso, t. XIX, fasc. I. Turin, Hermann Loescher, 1893; br. in-8°.

La Scienza del diretto privato. Anno I, 1893. Firenze, Giuseppe Pellas; br. in-8°.

Annali dell' Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano, serie seconda, vol. XI, Parte I, II, 1889. Roma, Unione cooperativa, 1893; 2 vol. in-4°.